



## **Efecto del transporte a larga distancia y de la producción fotoquímica in situ de ozono sobre niveles críticos para la vegetación en Canarias.**

J.C. Guerra<sup>1</sup>, S. Rodríguez<sup>2</sup> y M.T. Arencibia<sup>1</sup>

(1) Grupo de Física de la Atmósfera, Facultad de Física - **Universidad de La Laguna**.

(2) Instituto de Ciencias de La Tierra Jaume Almera - **CSIC**

*Desde hace algunas décadas se vienen observando daños en poblaciones vegetales causados por la acción fitotóxica del ozono, que están relacionados como del aumento en las concentraciones de este contaminante en regiones urbanizadas/industrializadas. En este trabajo se presentan valores del índice AOT40 (representativo del grado de exposición de la vegetación al ozono) en diferentes puntos de medida por debajo de la inversión térmica en Tenerife. Los resultados muestran que no se superan los niveles críticos de toxicidad en el índice AOT40 para periodos largos (3 y 6 meses). Sin embargo, si se observan valores del índice AOT40 por encima de los valores umbrales para periodos cortos (5 días) y en condiciones húmedas (déficit de presión de vapor < 15 mb). El valor umbral del índice AOT40 para periodos cortos (5 días) es superado en diversos puntos de Tenerife durante episodios de transporte a larga distancia de ozono (desde latitudes medias). Adicionalmente, se observan superaciones del valor umbral del índice AOT40 para periodos cortos (5 días) en zonas localizadas varios kilómetros al sur del área donde tienen lugar las principales emisiones de precursores de ozono de Tenerife (Santa Cruz - La Laguna). Estas últimas superaciones del índice AOT40 son debidas a la producción fotoquímica de ozono a sotavento de las emisiones de contaminantes que tienen lugar en el área Santa Cruz - La Laguna.*

### **1. Introducción**

El ozono superficial es uno de los contaminantes atmosféricos de mayor acción fitotóxica y desde hace algunas décadas se vienen observando, en diferentes puntos del planeta, evidencias de los daños que está causando sobre las especies vegetales (Sandermann H. et al, 1997). A raíz de estas observaciones se han iniciado diversos programas de investigación para determinar los niveles críticos o umbrales de toxicidad (concentración del contaminante en la atmósfera por encima de la cual se observan efectos perjudiciales sobre receptores sensibles tales como plantas, ecosistemas o materiales) haciendo uso de diferentes índices de exposición. Se han propuestos niveles críticos para periodos cortos y para periodos largos, expresándolos como exposición acumulada sobre la concentración umbral de 40 ppbv para cultivos agrícolas, vegetación natural y bosques. Este índice de exposición, denominado AOT40, es calculado como la suma de las diferencias entre las concentraciones horarias de ozono y 40 ppbv para cada hora cuando la concentración supere este umbral y en horas diurnas (radiación total > 50W/m<sup>2</sup>). Dentro de los niveles críticos de largo periodo se establece un valor para el índice AOT40 de 3000 ppb/h en un intervalo de tres meses (mayo a julio) para cultivos agrícolas y un valor de 10000 ppb/h en un periodo de 6 meses (abril a septiembre) para bosques. Se han definido además valores críticos de corto periodo (relacionados con el contenido de humedad del aire y por tanto con la abertura de los estomas de las hojas) para cultivos agrícolas y vegetación natural, en los cuales se establece un valor del índice AOT40 de 200 ppb/h acumulado durante 5 días cuando la media del déficit de presión de vapor o de saturación (DPV, diferencia entre la tensión de vapor de saturación y la tensión de vapor) está por debajo de 15 mb; y un valor de 500 ppb/h en el mismo periodo de 5 días cuando el DPV es superior a los 15 mb (Kärenlampi y Skärby, 1996).

Estudios realizados recientemente en las Islas Canarias han detectado síntomas de "declive" debidos a contaminación atmosférica en los bosques de pino canario (*Pinus canariensis* Chr.Sm. ex DC.), encontrándose los mayores daños en las poblaciones situadas en la vertiente sur de la isla de



Tenerife, en comparación con los estudios realizados sobre poblaciones de la zona norte o de otras islas (Barreno et al., 1997; Arhoun et al., 2000). La existencia de concentraciones elevadas de ozono detectadas en la zona sur de la isla de Tenerife como consecuencia de producción fotoquímica a partir de agentes precursores emitidos en las zonas urbanas/industriales del NE de la isla (Guerra et al., 2003), sugieren que el ozono, junto con otros contaminantes atmosféricos, pueden estar teniendo algo que ver en esas alteraciones y por tanto, estar afectando muy seriamente a estos bosques de las Islas Canarias. Algunas otras evidencias se han encontrado también en diferentes tipos de cultivos agrícolas (vid, tabaco, etc.), aunque las investigaciones realizadas al respecto son escasas.

En este trabajo se presentan los valores de los índices AOT40 obtenidos en dos estaciones de medida de ozono localizadas en la isla de Tenerife. Una de ellas esta situada en la ciudad de La Laguna, a una altura aproximada de 580 metros s.n.m e influenciada principalmente por transporte de aire limpio desde el océano, aunque los efectos locales de destrucción por NO se hacen notar a las horas de tráfico denso. La otra en Igueste de Candelaria, a unos 480 metros s.n.m., influenciada por masas de aire contaminadas procedentes de las zonas urbanas de S/C que elevan las concentraciones de ozono durante las horas diurnas como consecuencia de producción fotoquímica.

## 2. Índices de exposición AOT40

Los valores encontrados para los índices AOT40 de periodo largo están muy por debajo de los umbrales permitidos, tal como se muestra en la tabla 1.

ESTACIÓN	AOT40 (6 meses)	AOT40 (3meses)
LA LAGUNA	2043	496
IGUESTE	2846	1888

Tabla 1. Valores obtenidos para los índices AOT40 de periodo largo.

Sin embargo puede observarse como son un poco más altos en la estación de Igueste, consecuencia de las altas concentraciones de ozono que se registran en la estación debidas a fenómenos de producción fotoquímica a partir de agentes precursores.

Con respecto a los índices de periodo corto se han calculado y representado los valores del índice AOT40 durante todo el año, junto con el déficit de presión de vapor para ambas estaciones. Los resultados pueden verse en la figura 1. Como podemos observar en este caso si se producen superaciones de los valores umbrales permitidos en condiciones de humedad ( $DPV < 15$  mb) para ambas estaciones. Los mayores valores del índice se encuentran en ambos casos durante los meses de primavera, coincidiendo con el máximo anual de ozono, lo que muestra los efectos que tiene sobre los valores del índice AOT40 las concentraciones de fondo a estas latitudes. Sin embargo también se aprecia que los valores de Igueste son mayores que los obtenidos para La Laguna, lo que pone de relieve el efecto de la producción fotoquímica local. Este efecto de producción local también es visible durante los meses de verano en que se registran valores relativamente altos en Igueste, aunque en ningún caso se superan los límites permitidos y en la superación del valor umbral en esta estación y no en la de La Laguna durante algunos días del mes de septiembre.

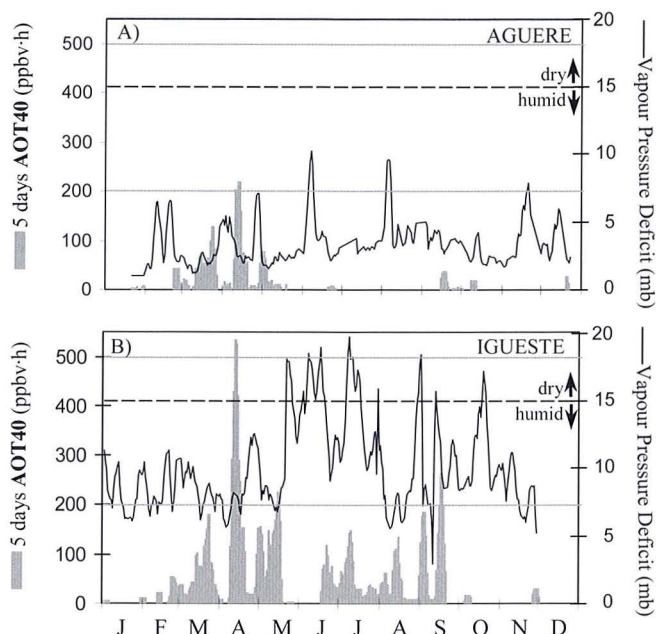


Fig.1. Índices AOT40 de periodo corto y déficit de presión de vapor calculados para La Laguna (arriba) y para Igueste (abajo).

### 3. Referencias

- Arhoun M., Barreno E., Fos S., Torres-Lapasió, J.R., Ramis-Ramos, G., 2000. Injury symptoms and releasing rates of inorganics ions from pine needles as indicators of atmospheric pollution in the Canary Islands Forests. *Water, Air and Soil Pollution* 117, 105-122.
- Barreno E., S. Fos, P. Pérez, A. Santos and J.C. Guerra, (1997). Symptoms of Chlorotic Mottle on *pinus canariensis* Forest of Canary Islands. Relationships with Tropospheric Ozone Reports, I Seminario Técnico sobre la Contaminación por Ozono Troposférico en el Sur de Europa, Valencia.
- Guerra J.C., S. Rodríguez, M.T. Arencibia y D. García, Formación y transporte de ozono en Tenerife – Modelo conceptual para la gestión de la calidad del aire, esta misma publicación.
- Kärenlampi L. and Skarby L. (eds), (1996). Critical levels for ozone in Europe: testing and finalising the concepts. UN-ECE Workshop report. University of Kuopio.
- Sandermann H., Wellburn A.R. and Heath R.L. eds., (1997), *Forest Decline and Ozone. A comparison of Controlled Chamber and Field Experiments*. Ecol. Studies, 127. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.